

**В.К.ПОЛИКАРПОВ, А.Л.РОНИН, А.А.ЕЛИСЕЕВ,
С.Н.ЗАХАРОВ, М.Б.ШТОКАЛЕНКО, С.А.КОЗЛОВ**
ФГУНПП «Геологоразведка», Санкт-Петербург

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА СУЛЬФИДНЫЕ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫЕ РУДЫ С МЕТАЛЛАМИ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ

Разработана концепция прогноза и поисков сульфидных медно-никелевых месторождений. На основе этой концепции создана технология прогноза и поисков с использованием комплекса геохимических и геофизических данных (грави-, магнито- и электроразведки). Новизна заключается в том, что реализована методология от «общего к частному», т.е. от построения геолого-геофизической модели изучаемого района и модели рудно-магматической системы к отдельно взятому рудному телу. Эффективность технологии доказана в Мончегорском рудном районе, где получен прирост прогнозных ресурсов меди, никеля и металлов платиновой группы. Удельные затраты на выявление единицы прогнозных ресурсов составляют 0,22 USD/т, или 0,003 % от стоимости выявленных ресурсов.

Concept of forecasting and prospecting for sulphide nickel-copper deposits has been developed. Technology integrating geochemical and geophysical data (gravity, magnetic and electric) has been proposed on the basis of the concept. New features of this technology involve methodology «from the general to the particular», i.e. from geological/geophysical models of studied area and ore/magmatic system to separate ore body. Efficiency of the technology has been proved at Monchegorsk ore area, where increase of prognostic resources of copper, nickel and platinum metals has been obtained. Specific expenditure of prognostic resources accounts for 0,22 USD per tonne or 0,003 % of resources total cost.

«ВИРГ-Рудгеофизика» совместно с ОАО «Центрально-Кольская экспедиция» накопили опыт исследований по поиску медно-никелевых руд с металлами платиновой группы (МПГ) в Мончегорском рудном районе. Это позволило сформировать концепцию поисков, конечной целью которых является подсчет прогнозных ресурсов по меди, никелю и МПГ. Созданию технологии способствовало завершение в ВИРГе ряда аппаратных разработок, использованных на протяжении 1998-2003 гг.: генераторная группа и измеритель («Знак», «Строб-ВП») для работы по методу заряда; аппаратно-программный комплекс АМТФ для обеспечения работ методом аудиоманнитотеллурического зондирования (АМТЗ); «Строб-2М» для измерения переходных процессов.

На базе этих видов аппаратуры были созданы аппаратно-методические комплексы (АМК), включающие соответствующее программное обеспечение. Исполь-

зование АМК способствовало повышению точности измерений, разрешающей способности, оперативности интерпретации и, в конечном счете, повышению геологической эффективности.

Особенностью магматических медно-никелевых месторождений всего мира является удивительно выдержанный минеральный состав руд. Главные рудообразующие минералы – пирротин, пентландит, халькопирит, магнетит; кроме них в рудах часто встречаются пирит, кубанит, минералы группы платины, изредка присутствуют хромит, арсениды никеля и кобальта, галенит, сфалерит, борнит, маккинавит, графит, самородное золото.

На территории России сульфидные медно-никелевые месторождения размещаются в четырех основных провинциях: Кольский полуостров (месторождения Печенгского, Аллареченского, Мончегорского и Ловноозерского районов) и восточный

склон Балтийского щита (Олангская группа массивов и потенциально никеленосный Бураковский массив); Воронежский кристаллический массив (Нижнемамоновское и Подколотненское месторождения); Норильский район (богатейшая в мире провинция); Северное Прибайкалье (Йоко-Довыденское, Чайское месторождения). Ждут своего открытия месторождения Урала, Кадарского хребта и многих других районов.

Для сульфидных медно-никелевых месторождений характерны большей частью пласто-, плито-, линзообразные формы рудных тел, в равной мере вытянутые по простиранию и падению. В сечениях рудных тел отмечаются изгибы, повторяющие очертания поверхности контакта массива. Помимо простых форм наблюдаются и сложные, обусловленные совокупностью мелких жилообразных и гнездовых тел, располагающихся в соответствии с рудовмещающими разрывными структурными элементами. Залегание рудных тел, в основном, подчинено условиям залегания рудоносных интрузивов и подстилающих их пород.

Значительный интерес представляют сульфидные жилы, приуроченные к крутопадающим трещинам растяжения (например, Н-К-Т Мончегорского интрузива). Мощность жил меняется от сантиметров до метров, простирание жил может достигать 2 км, а падение – 0,5 км. Крутопадающие жилы могут соединяться горизонтальными перемычками разной длины.

При опoисковании никеленосных интрузивов следует учитывать возможность выявления рудных залежей за их пределами. Так, во вмещающих массив Садбери породах установлены офсетные залежи, впервые выявленные с помощью наземной магнитной съемки. В Мончегорском рудном районе по материалам съемки АМТЗ за пределами развития пород основного-ультраосновного состава (ВИРГ-Рудгеофизика, 2002) установлены аномалии повышенной проводимости, связанные с зонами разуплотнения пород.

Общность геологических особенностей месторождений и физических свойств горных пород позволяет сформулировать об-

щие требования к технологии прогноза и поисков в различных регионах России и мира.

- Прожилковые, прожилково-гнездовые и прожилково-вкрапленные руды характеризуются пониженным на несколько порядков электрическим сопротивлением по отношению к вмещающим породам. Вкрапленному оруденению присуща аномальная поляризуемость 20 % и более.

- Если рассматривать залежь как объект поисков с точки зрения плотностной характеристики, то следует отметить, что, хотя плотность руд значительно больше вмещающих их пород, интегральный гравитационный эффект недостаточен для применения гравиразведки как поискового метода. Следует отметить, что приуроченность руд к трещинам растяжения, зонам разломов и их пересечениям позволяет в ряде случаев выделять залежи по отрицательным локальным аномалиям силы тяжести.

- Магнитные свойства вмещающих залежь пород могут меняться в значительно больших пределах, чем плотность. Так, в Мончегорском районе влияние на формирование магнитного поля оказывает остаточное намагничивание.

- Ионы меди и никеля характеризуются большой подвижностью, что позволяет с высокой степенью эффективности использовать эту способность при выявлении перспективных зон.

Перечисленные физико-геологические особенности позволяют наметить основные составляющие технологии поисков медно-никелевых залежей. Резкое отличие электрического сопротивления медно-никелевых руд от вмещающих пород обуславливает применение электроразведки как основного поискового метода. Сходство геологических особенностей медно-никелевых месторождений (залежей) позволяет на основе изучения геологического строения площади опoискования переходить к управлению процессами ведения поисков с применением геофизики. Современным подходом к изучению геологического строения является создание объемных геолого-геофизических моделей. Это позволяет оценить перспек-

тивность аномалий и их связь со структурно-тектоническими элементами района.

Для построения объемной геологической модели района используются сейсморазведка, гравиразведка и, в меньшей степени, магниторазведка. Ограничение возможностей магниторазведки объясняется тем, что часто район характеризуется наличием косонаправленного и обратного намагничивания, сильно затрудняющего и иногда делающего невозможным количественную интерпретацию. При построении объемной геоэлектрической модели используется комплекс методов электроразведки, обеспечивающий выявление проводящих зон, ассоциируемых с участками оруденения, расположенными на глубине до 3 км. Определенное место в комплексе занимают методы скважинных исследований, решающие задачу изучения морфологии рудных объектов в скважине и околоскважинном пространстве.

Метод АМТЗ используют для изучения глубинной геоэлектрической структуры и уточнения строения геоэлектрической модели, получаемой с помощью метода заряда. В состав технологии помимо наземной электроразведки целесообразно включить переинтерпретацию ранее выполненных аэроэлектроразведочных работ. Прогнозные исследования выполняются на основе использования технологии ГОЭПРО и геоэлектрохимии с привлечением всех ранее выполненных геохимических исследований. Подсчет прогнозных ресурсов является важнейшим заключительным этапом, объективно оценивающим эффективность применяемой технологии.

Технология опробована в Мончегорском рудном районе на площади 3000 км². Цель работ – прогнозная оценка района на

наличие электропроводящих объектов, ассоциируемых с месторождениями медно-никелевых руд.

Основные результаты работ:

- составлены объемные геолого-геофизическая и геоэлектрическая модели Мончегорского рудного района;

- подтверждены высказанные ранее предположения о наличии в районе крупной многоэтажной рудно-магматической системы (РМС) с возможным нахождением в пределах ее промышленных месторождений Cu-Ni с МПГ и других руд;

- выявлены и параметризованы в пространстве основные элементы РМС;

- выделено и ранжировано шесть перспективных участков (в пределах каждого из которых находится несколько перспективных зон);

- проведено заверочное бурение двух скважин на участке «Морошковое озеро», подтвердившее достоверность геолого-геофизических построений; скважина ГИ-1 вскрыла несколько интервалов с рудной минерализацией, в том числе один интервал с промышленным содержанием медно-никелевых руд с МПГ, скважина ГИ-2 вскрыла два рудных интервала и при этом подтвердила наличие многоэтажной системы;

- выполнена оценка прогнозных ресурсов с использованием геологических данных по бурению прошлых лет геофизических данных, прогнозных построений по методике ГОЭПРО, что позволило получить прирост прогнозных ресурсов по категории P₁ + P₂ (Ni – 476 тыс.т; Cu – 334 тыс.т; Co – 21,6 тыс.т; Pt – 17,3 т; Pd – 47,7 т; Au – 2,5 т; Ag – 253,5 т) и по категории P₃ (Ni – 134,2 тыс.т; Cu – 324 тыс.т; Co – 84 тыс.т; Pt – 30,6 т; Pd – 173,4 т).